# RENDICONTI

DELLE SEDUTE

## DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

**Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.**

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

*Comunicazioni pervenute all'Accademia sino al 3 settembre* 1905.


Geodesia. — *Nuove determinazioni di gravità relativa in Sicilia.* Nota del Corrispondente A. Venturi.

D'intesa colla R. Commissione geodetica italiana, e coi fondi da essa all'uopo stanziati, furono eseguite, nel periodo 27 luglio - 27 agosto 1904, da parte del personale dell'Istituto geodetico dell'Università di Palermo, alcune nuove determinazioni di gravità relativa specialmente nel centro dell'Isola, perchè sulle coste, per opera del prof. Riccò e mia, già dal 1897-99 si avevano delle conoscenze gravimetriche, le quali mancavano, sin oggi, completamente nel massiccio centrale della regione siciliana.

I metodi tenuti nella campagna del 1904, di cui mi accingo a parlare, furono gli stessi di quelli da me usati nella prima campagna 1899-900, e identici furono gli istrumenti adoperati, e descritti nel resoconto relativo [1]; perciò non m'indugio qui a descriverli, rimettendomi completamente a quanto in quel resoconto è scritto in proposito.

Le stazioni furono sette: le due fondamentali nell'Istituto geodetico alla Martorana, una prima e l'altra dopo il viaggio: e poi Corleone, Vicaretto (presso Villalba), Castrogiovanni, Caltanissetta, Termini Imerese.

Il tempo veniva determinato direttamente sopra il pendolo motore, che è un Hawelk a tempo siderale, e controllato nell'andamento orario con un

[1] Atti della R. Accademia di scienze, lettere ed arti di Palermo, vol. VI, serie III, anno 1901.

buon cronometro di marina a grande formato, di Weichert, segnato col n. 3603. Le determinazioni astronomiche si fecero sempre in doppio, ciascuna sera d'osservazione, usando il più delle volte due metodi diversi, cioè operando nel verticale della polare, e poi nel primo verticale: solo in due stazioni, Corleone e Vicaretto, non fu potuto seguire che un metodo solo, ma esso fu applicato due volte in condizioni diverse. Ognuna delle due determinazioni constava di otto prove distinte, coniugate due a due nelle opposte posizioni del circolo verticale. Per le stazioni fondamentali eseguite nell'Istituto geodetico, il tempo si determinava sul regolatore generale Strasser e Rhode a compensazione di mercurio, e con esso poi si confrontava cronograficamente, più volte al giorno, il pendolo motore Hawelk. In tal modo, per ciascuna stazione, l'andamento orario veniva determinato in doppia maniera: e ognuno dei due risultati veniva, naturalmente, dedotto dai dati ottenuti da un solo e medesimo metodo astronomico. S'intende che le determinazioni del tempo hanno sempre preceduto e seguìto le operazioni gravimetriche propriamente dette.

I due termometri Vötacich a lungo bulbo e graduati in centimetri, vennero nuovamente campionati nel gabinetto di Fisica per opera del ch. direttore comm. Macaluso cui rendo pubbliche grazie: non risultarono che insignificanti variazioni rispetto alla campionatura del 1899.

Il barometro aneroide Negretti e Zambra, fu pure campionato nell'Istituto fisico, e fu anche confrontato, durante la campagna, a Caltanissetta e a Termini, con dei barometri a mercurio, risultando sempre ottima concordanza.

Quanto alle altezze delle stazioni sul mare, non esistendo in Sicilia livellazioni di precisione, si dovè riferirsi alle curve ipsometriche delle carte: ad ogni buon fine, trattandosi di carte un po' antiche, stimai utile controllarle col mezzo unicamente possibile, cioè mediante due livellazioni barometriche, riferite una a Palermo, l'altra a Messina, facendo nelle diverse stazioni, ogni giorno, delle apposite osservazioni termobarometriche alle ore 12 e 18, contemporanee alle regolari osservazioni che si fanno in ciascuna delle due nominate città. L'accordo colla carta fu, meno che a Caltanissetta, sempre soddisfacente nei limiti del metodo. Per Termini, che è sul mare, si fecero varie prove di livellazione col mare locale, e altre con Palermo.

Le densità del suolo nei diversi luoghi, mi vennero gentilmente favorite dal sig. ing. Testa, capo del R. Ufficio minerario di Caltanissetta, cui pure porgo distinti ringraziamenti.

Le sedi delle varie stazioni furono: per Palermo, l'Istituto geodetico, come si è detto; per Corleone, una casa di campagna del sig. Gaetano Palazzo; per Vicaretto, una casa colonica del sig. comm. De Sarzana; per Castrogiovanni, una sala dell'antico convento di S. Francesco; per Caltanissetta, una stanza interna del R. Ufficio minerario; per Termini, un'aula delle scuole femminili, in via Tribunali.

Nella stazione di Vicaretto fui gentilmente assistito dal chiarissimo prof. cav. De Lisa dell'Osservatorio di Palermo: e, nelle altre stazioni, dal mio assistente, dott. Mineo, il quale fece pure una parte dei calcoli.

Per ultimo debbo esternare i miei ringraziamenti al prefato cav. De Lisa; al sig. Palazzo e al dott. Bentivegna di Corleone; al sig. comm. De Sarzana; al cav. Luigi d'Ayala, allora sindaco, e al sig. ing. Vulturo di Castrogiovanni; all'ing. Testa già citato; al sig. avv. Sansone Chiariano e al prof. Aguglia di Termini, che nelle diverse stazioni mi furono larghi di aiuti e di interessamento.

Più che a tutti poi, debbo i ringraziamenti di questo Istituto geodetico alla benemerita R. Commissione geodetica per l'appoggio validissimo, morale e finanziario dato a questo e agli altri lavori gravimetrici in corso.

Per ciascuna stazione, nei quadri che seguono, si trovano registrati dapprima gli elementi che ne fissano la posizione, le longitudini essendo tutte orientali e contate da Monte Mario presso Roma. Seguono poi i dati relativi all'andamento orario del pendolo motore Hawelk, secondo i due modi di determinazione. Infine compariscono i dati di osservazione delle misure gravimetriche propriamente dette: durata di una coincidenza, nella colonna intestata colla lettera $c$; temperatura, intestata con $t$; pressione atmosferica ridotta a 0°, intestata con $b$; durata dell'oscillazione di ogni pendolo, corretta per la temperatura, per la densità dell'aria, per l'andamento dell'orologio, e ridotta all'arco infinitesimo. Tal colonna è intestata con $s$. L'ampiezza di oscillazione fu inizialmente di 8 parti della scala, che alla fine si riducevano a 6. Rinvio alla mia citata Memoria, per tutti gli altri dettagli, e pel numero delle coincidenze che si determinavano per ciascun pendolo. Al piede di ciascuna di tali tavole vi sono le durate medie di oscillazione di ciascun pendolo, che debbono compensarsi, secondo l'altra mia Memoria che tratta di tale argomento (1). I quattro pendoli portano i numeri 116, 117, 118, 119. Le costanti per la riduzione a 0° e al vuoto, sono, secondo Sterneck:

$$dT = 49{,}3 \qquad dD = 575$$

(1) *Sulla compensazione dei risultati nelle misure di gravità relativa.* Nuovo Cimento, serie IV, 1900.

1. — Stazione alla Martorana (Palermo: prima del viaggio).

Latitudine 38°,6′,55″,2. Longit. = — 1°,54′,32″ (da M. Mario, Roma).
Altitudine $20^{m},17$ (da livellazione geometrica).
Densità del suolo = 2,5 (panchina e argille su dolomie triasiche).

*Stato di Hawelk ed andamenti orari.*

| Data sider. | Determ. A | And. or. A | Data sider. | Determ. B | And. or. B | And. or. medio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | | | h m s | | |
| Luglio 27,745 | + 1.06.02,03 | — $0^{s}.192$ | Luglio 27,787 | + 1.06.01,76 | — $0^{s}.191$ | — $0^{s}.191$ |
| » 29,781 | + 1.05.52,65 | | » 29,798 | + 1.05.52,54 | | |

*Osservazioni gravimetriche.*

| Data civile | Pend. | $c$ | $t$ | $b$ | $s$ | Data civile | Pend. | $c$ | $t$ | $b$ | $s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Luglio | | s | ° | mm | s | Luglio | | s | ° | mm | s |
| 28,315 | 116 | 38,9250 | 27,26 | 759,80 | 0,5062931 | 29,335 | 116 | 38,9442 | 27,19 | 757,00 | 0,5062906 |
| 28,346 | 117 | 35,1075 | 27,46 | — | 70090 | 29,366 | 117 | 35,1383 | 27,42 | — | 70035 |
| 28,376 | 118 | 34,1460 | 27,60 | — | 72156 | 29,400 | 118 | 34,1605 | 27,57 | — | 72124 |
| 28,406 | 119 | 34,2743 | 27,69 | 759,61 | 71868 | 29,433 | 119 | 34,2858 | 27,67 | 757,35 | 71842 |
| 28,507 | 119 | 34,2720 | 27,67 | 759,25 | 71872 | 29,559 | 119 | 34,2956 | 27,75 | 757,40 | 71816 |
| 28,547 | 118 | 34,1566 | 27,87 | — | 72108 | 29,590 | 118 | 34,1568 | 27,59 | — | 72116 |
| 28,577 | 117 | 35,1250 | 27,85 | — | 70042 | 29,622 | 117 | 35,1370 | 27,87 | — | 70019 |
| 28,608 | 116 | 38,9007 | 27,77 | 758,55 | 62951 | 29,652 | 116 | 38,9260 | 27,87 | 757,10 | 62900 |

*Riepilogo.*

| 116 | 117 | 118 | 119 |
|---|---|---|---|
| s | s | s | s |
| 0,5062922 | 0,5070047 | 0,5072126 | 0,5071849 |

## 2. — Stazione a Corleone.

Latitudine = 37°,47′,24″. Longitudine = — 0°,49′,44″ (M. M.).

Altitudine { dalla carta . . . . . 625m ; dalla livell. con Palermo 626 ; dalla livell. con Messina 621 } Adottata 625m.

Densità del suolo = 2,5 (calcari arenari posti sulle argille).

*Stato di Hawelk ed andamenti orari.*

| Data siderale | Determ. A | And. or. A | Data siderale | Determ. B | And. or. B | And. or. medio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Agosto 2,784 | h m s +16.40.11,12 | — 0s,236 | Agosto 2,807 | h m s +16.40.10,22 | — 0s,226 | — 0s,231 |
| » 4,783 | +16.39.59,79 | | » 4,810 | +16.39.59,36 | | |

*Osservazioni gravimetriche.*

| Data civile | Pend. | c | t | b | s | Data civile | Pend. | c | t | b | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agosto | | s | o | mm | s | Agosto | | s | o | mm | s |
| 3,310 | 116 | 37,7358 | 23,05 | 713,00 | 0,5063431 | 4,290 | 116 | 38,7152 | 23,45 | 712,10 | 0,5063444 |
| 3,345 | 117 | 34,9614 | 23,68 | — | 70560 | 4,322 | 117 | 34,9630 | 23,93 | — | 70529 |
| 3,380 | 118 | 34,0160 | 23,65 | — | 72605 | 4,360 | 118 | 34,0030 | 24,07 | — | 72616 |
| 3,410 | 119 | 34,1336 | 24,03 | 713,10 | 72329 | 4,395 | 119 | 34,1214 | 24,33 | 712,00 | 72341 |
| 3,512 | 119 | 34,1336 | 23,99 | 713,00 | 72330 | 4,495 | 119 | 34,1100 | 24,42 | 711,70 | 72362 |
| 3,550 | 118 | 34,0032 | 24,46 | — | 72595 | 4,527 | 118 | 33,9804 | 24,57 | — | 72643 |
| 3,585 | 117 | 34,9680 | 24,61 | — | 70501 | 4,560 | 117 | 34,9448 | 24,87 | — | 70536 |
| 3,620 | 116 | 38,7212 | 24,65 | 713,00 | 63379 | 4,594 | 116 | 38,6904 | 24,95 | 711,20 | 63414 |

*Riepilogo.*

| 116 | 117 | 118 | 119 |
|---|---|---|---|
| s 0,5063417 | s 0,5070532 | s 0,5072615 | s 0,5072340 |

### 3. — Stazione a Vicaretto.

Latitudine = 37°,40′,12″. Longitudine = — 1°,29′,30″ (M. M.).

Altitudine { dalla carta . . . . . 541m ; dalla livell. con Palermo 550 ; dalla livell. con Messina 543 } Adottata 545m.

Densità del suolo = 2,2 (argille a sabbie tortoniane).

*Stato di Hawelk ed andamenti orari.*

| Data siderale | Determ. A | And. or. A | Data siderale | Determ. B | And. or. B | And. or. medio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | | | h m s | | |
| Agosto 9,727 | + 9.2.34,99 | + 0s.019 | Agosto 9,781 | + 9.2.35,12 | + 0s.006 | + 0s.012 |
| » 10,730 | 35,44 | + 0s.107 | » 10,781 | 35,27 | + 0s.114 | + 0s.110 |
| » 11,730 | 38,00 | | » 11,781 | 38,00 | | |

*Osservazioni gravimetriche.*

| Data civile | Pend. | c | t | b | s | Data civile | Pend. | c | t | b | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agosto | | s | ° | mm | s | Agosto | | s | ° | mm | s |
| 10,301 | 116 | 38,8436 | 23,41 | 714,90 | 0,5063641 | 11,320 | 116 | 38,8512 | 23,15 | 714,20 | 0,5063639 |
| 10,330 | 117 | 35,0557 | 23,87 | — | 70765 | 11,355 | 117 | 35,0834 | 23,62 | — | 70717 |
| 10,370 | 118 | 34,0886 | 24,19 | — | 72831 | 11,380 | 118 | 34,1005 | 24,08 | — | 72810 |
| 10,401 | 119 | 34,2157 | 24,55 | 714,75 | 72533 | 11,417 | 119 | 34,2282 | 24,51 | 714,85 | 72513 |
| 10,518 | 119 | 34,2139 | 25,78 | 713,80 | 72474 | 11,446 | 116 | 38,8473 | 24,95 | — | 63555 |
| 10,560 | 118 | 34,0858 | 25,76 | — | 72757 | 11,540 | 117 | 35,0666 | 26,00 | 714,60 | 70635 |
| 10,595 | 117 | 35,0626 | 25,45 | — | 70671 | 11,571 | 118 | 34,0856 | 25,98 | — | 72748 |
| 10,618 | 116 | 38,8340 | 25,23 | 713,55 | 63566 | 11,604 | 119 | 34,2012 | 25,79 | 714,70 | 72487 |

*Riepilogo.*

| 116 | 117 | 118 | 119 |
|---|---|---|---|
| s | s | s | s |
| 0,5063600 | 0,5070697 | 0,5072786 | 0,5072502 |

## 4. — Stazione a Castrogiovanni.

Latitudine = 37°,34′,02″. Longitudine = — 1°,49′,44″ (M. M.).

Altitudine { dalla carta . . . . . 900$^{m}$ / dalla livell. con Palermo 903 / dalla livell. con Messina 897 } Adottata 900$^{m}$.

Densità del suolo = 1,8 (tufi pliocenici).

*Stato di Hawelk ed andamenti orari.*

| Data siderale | Determ. A | And. or. A | Data siderale | Determ. B | And. or. B | And. or. medio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | | | h m s | | |
| Agosto 14,881 | + 16.6.12,93 | + 0$^{s}$.224 | Agosto 14,900 | + 16.6.12,60 | + 0$^{s}$.215 | + 0$^{s}$.219 |
| » 15,869 | 18,20 | + 0$^{s}$.227 | » 15,871 | 17,55 | + 0$^{s}$.250 | + 0$^{s}$.238 |
| » 16,882 | 23,72 | | » 16,913 | 23,80 | | |

*Osservazioni gravimetriche.*

| Data civile | Pend. | $c$ | $t$ | $b$ | $s$ | Data civile | Pend. | $c$ | $t$ | $b$ | $s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agosto | | s | ° | mm | s | Agosto | | s | ° | mm | s |
| 15,410 | 116 | 38,8420 | 23,72 | 689,26 | 0,5063860 | 16,354 | 116 | 38,8390 | 23,28 | 688,76 | 0,5063913 |
| 15,442 | 117 | 35,0590 | 23,80 | — | 70993 | 16,384 | 117 | 35,0660 | 23,48 | — | 71022 |
| 15,475 | 118 | 34,0930 | 23,83 | 689,26 | 73072 | 16,417 | 118 | 34,0948 | 23,57 | — | 73109 |
| 15,578 | 119 | 34,2150 | 23,68 | 688,96 | 72808 | 16,450 | 119 | 34,2180 | 23,75 | 688,76 | 72827 |
| 15,610 | 116 | 38,8578 | 23,70 | — | 63835 | 16.586 | 119 | 34,2430 | 23,57 | 688,56 | 72848 |
| 15,640 | 117 | 35,0753 | 23,81 | — | 70960 | 16,618 | 118 | 34,0886 | 23,50 | — | 73125 |
| 15,672 | 118 | 34,1086 | 23,82 | — | 73039 | 16,650 | 117 | 35,0628 | 23,71 | — | 71018 |
| 15,710 | 119 | 34,2360 | 23,87 | 688,76 | 72756 | 16,682 | 116 | 38,8386 | 23,81 | 688,26 | 63889 |

*Riepilogo.*

| 116 | 117 | 118 | 119 |
|---|---|---|---|
| s | s | s | s |
| 0,5063874 | 0,5070998 | 0,5073086 | 0,5072810 |

## 5. — Stazione a Caltanissetta.

Latitudine = 37°,29′,15″. Longitudine = — 1°,36′,25″ (M. M.).

Altitudine { dall' Ufficio minerario . 538m ; dalla livell. con Palermo 572 ; dalla livell. con Messina 567 } Adottata 559m.

Densità del suolo = 2,4 (sabbie plioceniche).

*Stato di Hawelk ed andamenti orari.*

| Data siderale | Determ. A | And. or. A | Data siderale | Determ. B | And. or. B | And. or. medio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | | | h m s | | |
| Agosto 18,899 | + 10.28.42,60 | | Agosto 18,837 | + 10.28.40,79 | | |
| | | — 0s.110 | | | — 0s,125 | — 0s.117 |
| » 19,900 | 39,96 | | » 19,840 | 37,80 | | |
| | | — 0s.078 | | | — 0s,050 | — 0s.064 |
| » 20,894 | 38,10 | | » 20,823 | 36,62 | | |

*Osservazioni gravimetriche.*

| Data civile | Pend. | c | t | b | s | Data civile | Pend. | c | t | b | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agosto | | s | ° | mm | s | Agosto | | s | ° | mm | s |
| 19,320 | 116 | 38,5705 | 26,44 | 711,77 | 0,5063708 | 20,300 | 116 | 38,5836 | 26,43 | 713,27 | 0,5063761 |
| 19,352 | 117 | 34,8338 | 26,75 | — | 70841 | 20,333 | 117 | 34,8545 | 26,63 | — | 70878 |
| 19,384 | 118 | 33,8733 | 26,90 | — | 72928 | 20,364 | 118 | 33,8925 | 26,75 | — | 72968 |
| 19,414 | 119 | 34,0026 | 26,92 | 712,27 | 72639 | 20,396 | 119 | 34,0168 | 26,86 | 713,57 | 72676 |
| 19,569 | 119 | 33,9963 | 26,90 | 711,77 | 72654 | 20,585 | 119 | 34,0137 | 26,85 | 714,77 | 72691 |
| 19,600 | 118 | 33,8688 | 26,92 | — | 72938 | 20,617 | 118 | 33,8760 | 26,90 | — | 72997 |
| 19,635 | 117 | 34,8300 | 26,97 | — | 70839 | 20,650 | 117 | 34,8382 | 26,97 | — | 70896 |
| 19,668 | 116 | 38,5472 | 27,00 | 712,25 | 63724 | 20,682 | 116 | 38,5707 | 26,97 | 715,57 | 63756 |

*Riepilogo.*

| 116 | 117 | 118 | 119 |
|---|---|---|---|
| s | s | s | s |
| 0,5063737 | 0,5070863 | 0,5072958 | 0,5072665 |

## 6. — Stazione a Termini Imerese.

Latitudine $= 37°,59',06''$. Longitudine $= -1°,14',43''$ (M. M.)

Altitudine { livellazione sul mare locale $22^m,76$ / „ con Palermo $24,^m98$ } Adottata $23^m$.

Densità del suolo $= 2,5$ (argille scagliose e calcari).

*Stato di Hawelk ed andamenti orari.*

| Data siderale | Determ. A | And. or. A | Data siderale | Determ. B | And. or. B | And. or. medio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | | | h m s | | |
| Agosto 22,910 | + 18.35.63,79 | — $0^s$.528 | Agosto 22,847 | + 18.35.64,29 | — $0^s$,529 | — $0^s$.528 |
| „ 23,915 | 51,05 | — $0^s$.541 | „ 23,839 | „ 51,67 | — $0^s$,549 | — $0^s$.545 |
| „ 24,879 | 38,55 | | „ 24,854 | a 38,27 | | |

*Osservazioni gravimetriche.*

| Data civile | Pend. | $c$ | $t$ | $b$ | $s$ | Data civile | Pend. | $c$ | $t$ | $b$ | $s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agosto | | s | o | mm | s | Agosto | | s | o | mm | s |
| 23,315 | 116 | 38,5945 | 28,33 | 757,90 | 0,5062966 | 24,310 | 116 | 38,6022 | 27,30 | 757,40 | 0,5062978 |
| 23,347 | 117 | 34,8565 | 28,35 | — | 70106 | 24,345 | 117 | 34,8700 | 27,56 | — | 70090 |
| 23,380 | 118 | 33,8932 | 28,36 | — | 72204 | 24,383 | 118 | 33,9050 | 27,63 | — | 72187 |
| 23,415 | 119 | 34,0137 | 28,37 | 757,90 | 71935 | 24,420 | 119 | 34,0242 | 27,75 | 757,50 | 71916 |
| 23,583 | 119 | 34,0200 | 28,43 | 757,90 | 71917 | 24,610 | 119 | 34,0237 | 27,66 | 757,45 | 71932 |
| 23,616 | 118 | 33,8852 | 28,53 | — | 72214 | 24 640 | 118 | 33,8957 | 27,82 | — | 72199 |
| 23,650 | 117 | 34,8468 | 28,52 | — | 70117 | 24,675 | 117 | 34,8600 | 27,77 | — | 70099 |
| 23,682 | 116 | 38,5760 | 28,45 | 757,90 | 63012 | 24,707 | 116 | 38,5908 | 27,75 | 757,40 | 62976 |

*Riepilogo.*

| 116 | 117 | 118 | 119 |
|---|---|---|---|
| s | s | s | s |
| 0,5062983 | 0,5070103 | 0,5072201 | 0,5071925 |

## 7. — Stazione alla Martorana (dopo il viaggio).

*Stato di Hawelk ed andamenti orari.*

| Data siderale | Determ. A | And. or. A | Data siderale | Determ. B | And. or. B | And. or. medio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | | | h m s | | |
| Agosto 27,846 | + 13.34.49,83 | — 0s.200 | Agosto 27,900 | + 13.34.50,20 | — 0s.198 | — 0s.200 |
| » 29,051 | 44,05 | — 0s.189 | » 29,120 | 44,35 | — 0s.200 | — 0s.195 |
| » 28,973 | 39,88 | | » 30,046 | 39,94 | | |

*Osservazioni gravimetriche.*

| Data civile | Pend. | $c$ | $t$ | $b$ | $s$ | Data civile | Pend. | $c$ | $t$ | $b$ | $s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agosto | | s | o | mm | s | Agosto | | s | o | mm | s |
| 28,300 | 116 | 38,9798 | 25,35 | 764,40 | 0,5062913 | 29,285 | 116 | 38,9672 | 25,30 | 764,50 | 0,5062935 |
| 28,332 | 117 | 35,1737 | 25,55 | — | 70058 | 29,317 | 117 | 35,1635 | 25,38 | — | 70062 |
| 28,365 | 118 | 34,1948 | 25,64 | — | 72120 | 29,350 | 118 | 34,1887 | 25,53 | — | 72140 |
| 28,397 | 119 | 34,3241 | 25,65 | 764,42 | 71834 | 29,383 | 119 | 34,3170 | 25,59 | 764,55 | 71854 |
| 28,531 | 119 | 34,3203 | 25,67 | 764.43 | 71830 | 29,538 | 119 | 34,3148 | 25,60 | 764,60 | 71857 |
| 28,565 | 118 | 34,1936 | 25,80 | — | 72115 | 29,570 | 118 | 34,1827 | 25,74 | — | 72140 |
| 28,600 | 117 | 35,1702 | 25,86 | — | 70053 | 29,600 | 117 | 35,1605 | 25,70 | — | 70052 |
| 28,635 | 116 | 38,9708 | 25,83 | 764,41 | 62930 | 29,635 | 116 | 38,9612 | 25,73 | 764,60 | 62923 |

*Riepilogo.*

| 116 | 117 | 118 | 119 |
|---|---|---|---|
| s | s | s | s |
| 0,5062925 | 0,5070055 | 0,5072129 | 0,5071844 |

Come si vede, le durate di oscillazioni dei quattro pendoli nella stazione fondamentale di Martorana sono sensibilmente invariate prima e dopo il viaggio: ciò mostra che i pendoli non hanno subìto alterazioni durante la

campagna; e possiamo prendere come durata di oscillazioni a Martorana le medie fra le oscillazioni ottenute prima e dopo il viaggio: cosicchè abbiamo il

*Riepilogo definitivo delle durate di oscillazioni a Martorana.*

| 116 | 117 | 118 | 119 |
|---|---|---|---|
| s 0,5062923 | s 0,5070051 | s 0,5072127 | s 0,5071846 |

**Matematica.** — *Intorno allo spezzamento delle linee parallele alle curve piane algebriche.* Nota di ALESSANDRO FERRARI, presentata dal Socio C. SEGRE.

1. Consideriamo un ramo illimitato di curva piana algebrica, per il quale ammettiamo, come possibili, tutte le singolarità di un ramo nel senso di Staudt (1).

Si consideri su questo ramo un punto generico P, poi la normale in P al ramo stesso e su di essa, a partire da P, si porti, in un certo senso, un segmento PM. Supponiamo finalmente che il punto P si muova sul ramo con continuità e sempre nello stesso senso, insieme col segmento PM, il quale conservi una lunghezza assegnata.

E, poichè conviene precisare, ecco, con ciò, cosa si vuol dire: Supponiamo che P, muovendosi sul ramo, come si è detto, venga in una posizione molto prossima a P. Allora, come nuova posizione di PM, prendiamo quella che si deduce con continuità dalla posizione precedente.

In pari tempo, fissato un punto O nel piano della curva, per ogni singola posizione assunta dal segmento PM, spicchiamo da O il segmento equipollente ON: è chiaro che, mentre P si muove sul ramo considerato, come si è detto, N si muoverà sulla circonferenza di centro O e raggio ON, a partire da una certa posizione iniziale, che diciamo A. Anzi, si vede che, pei punti al finito della curva fondamentale, la convenzione della continuità, per fissare sempre il verso della normale, pone una corrispondenza continua fra questa e la circonferenza. Nel passaggio per i punti all'infinito la continuità, nella corrispondenza colla circonferenza, sarà ancora conservata.

Quando il punto mobile P, che percorre il ramo, sarà ritornato in P insieme col segmento PM, possono presentarsi due casi: o il segmento PM ritorna nella precisa posizione iniziale, oppure viene nella posizione opposta, che dirò PQ.

(1) Cfr. Staudt, *Die Geometrie der Lage*, ai §§ 11, 12 e 15. In tutto il seguito il concetto di *contatto* e di *retta tangente* è precisamente quello di Standt.

Agevolmente si possono trovare esempî dell'uno e dell'altro fatto. Così, se si tratta di una circonferenza, ha luogo il primo fatto; mentre, se si tratta di una cardioide, ha luogo il secondo.

Ebbene: noi ci proponiamo di trovare, al riguardo, una proposizione generale.

Per facilitare la ricerca, consideriamo il moto del punto N su quella tale circonferenza di centro O. Il punto N, su tale circonferenza, si muove con continuità, a partire dalla posizione iniziale A, e si vede che il moto di esso punto terminerà in A, oppure nel punto diametralmente opposto B, secondochè ha luogo il primo od il secondo dei due fatti enunciati poc'anzi; cioè, secondochè la normale PM, quando P ha descritto tutto il ramo, ritorna nella posizione iniziale, o viene nella posizione opposta PQ.

Allora la quistione, che vogliamo risolvere, si può presentare così: Studiare il moto del punto N, che è noto dover terminare in A o in B; vedere quand' esso termina in A e quando in B e, finalmente, tradurre sul ramo, che si considera, la condizione che si sarà trovata.

È questa la via che abbiamo seguita.

Consideriamo un diametro *generico* XY e contiamo il numero delle volte, in cui il punto mobile N incontra tale diametro.

Io dico che: *Il moto del punto* N *terminerà in* A *ovvero in* B, *secondochè il numero di questi incontri è pari o dispari.*

Osserviamo, infatti, che, avendo preso il diametro XY perfettamente generico, i punti in cui N incontra XY sono altrettanti punti in cui N *attraversa* XY. Ora il diametro XY spezza la circonferenza, considerata in due semicirconferenze, in una delle quali sta il punto A e nell'altra il punto B. Se si pensa al punto mobile N che parte da A e si muove sulla circonferenza, un primo passaggio attraverso al diametro XY fa venire questo punto nella semicirconferenza in cui si trova B; un secondo passaggio lo fa tornare nella somicirconferenza in cui sta A; un terzo lo fa tornare nella semicirconferenza in cui sta B, ecc.... Si vede cioè, contando questi attraversamenti, che quelli di ordine dispari corrispondono a passaggi del punto mobile nella semicirconferenza in cui sta B, mentre quelli di ordine pari corrispondono ad altrettanti ritorni del punto mobile nella semicirconferenza in cui sta A. E poichè il moto del punto mobile deve terminare o in A o in B, segue subito quello che si voleva dimostrare; cioè: se quegli attraversamenti sono in numero pari si finirà in A, altrimenti in B.

Adesso risaliamo al ramo di curva fondamentale e vediamo che cosa significa per esso la condizione prima trovata.

Dal modo stesso con cui si è definito il moto del punto N su quella tale circonferenza e dall'aver scelto il diametro XY in modo del tutto generico, segue che ogni passaggio del punto N per X o per Y corrisponde ad un punto proprio del ramo in cui la normale ha la direzione XY e, quindi, ad

un punto del ramo in cui la tangente ha la direzione ben determinata della perpendicolare ad XY; onde alla quistione che ci siamo proposti, possiamo rispondere così:

*Quando il punto* P, *muovendosi sempre nello stesso senso sul ramo di curva fondamentale, sarà ritornato nella posizione iniziale, il segmento di normale PM avrà ripresa la sua posizione iniziale, oppure prenderà la posizione opposta, secondochè è pari o dispari il numero delle tangenti al ramo considerato (in punti proprî), le quali passano per un punto generico all'infinito.*

Il ramo considerato può essere di classe pari o di classe impari. Se si esclude che esso abbia contatti colla retta all'infinito, il risultato ottenuto si può enunciare in questo modo:

*Quando il punto mobile sul ramo ritornerà in* P, *posizione iniziale, la normale riprenderà la sua posizione oppure rimarrà invertita, secondochè la classe del ramo è pari o impari.*

Se però non si vuole scapito di generalità, bisogna tener conto dei contatti colla retta all' infinito, ed allora il teorema enunciato prima si può completare dicendo:

*Nelle ipotesi che noi abbiamo fatte, quando il punto* P *ritorna nella posizione iniziale insieme colla normale* PM, *questa è invertita in questi due casi:*

*c) ramo di classe pari con un numero impari di contatti colla retta all'infinito;*

*b) ramo di classe impari con un numero pari (zero incluso) di contatti colla retta all'infinito;*

*La normale* PM, *invece, non rimane invertita in questi due casi:*

*c) ramo di classe pari con un numero pari (zero incluso) di contatti colla retta all'infinito;*

*d) ramo di classe impari con un numero impari di contatti colla retta all'infinito.*

2. La quistione risolta è intimamente legata a quella dello spezzamento delle linee parallele ad un ramo di curva piana algebrica, ed anzi ricordiamo come si può ottenere una di tali linee: Si fissa un segmento arbitrario, poi, in ogni punto di quel ramo, si considera la normale e su questa, da una parte e dall'altra del punto stesso, si porta quel certo segmento.

Il luogo di tutti i punti così ottenuti è ciò che dicesi « una linea parallela » a quel ramo, e quel certo segmento, che si è fissato da principio, si potrà chiamare « distanza di parallelismo » fra le due linee.

Consideriamo ancora il punto P insieme col segmento di normale PM e, come si è spiegato prima, facciamo percorrere a P tutto il ramo. Allora il punto M descriverà un tratto di una linea parallela a quel ramo.

Se quel ramo è tale che PM ritorni nella sua posizione iniziale, quando P l'ha percorso tutto, la linea parallela ad esso consterà di due rami: uno è quello che viene descritto dal punto M, l'altro è quello che si avrebbe, considerando, sulla normale al ramo in P, il segmento PQ, uguale ed opposto a PM, e poi, facendo descrivere da P, insieme col segmento PQ, tutto il ramo.

A moto terminato PQ tornerà anch'esso nella sua posizione iniziale, e il punto Q avrà, quindi, descritto tutto un secondo ramo della linea parallela.

Supponiamo, invece, che il ramo sia tale che, quando P l'ha percorso tutto, si ottenga l'inversione del segmento di normale PM; cioè, PM venga a fermarsi nella posizione opposta PQ. Allora il punto M ha descritto un arco di linea parallela che comincia in M e termina in Q. Se facciamo ora che P, sempre nello stesso senso, percorra il ramo una seconda volta, a moto finito, otterremo nuovamente l'inversione della normale e quindi il segmento PM, che prima s'era fermato in PQ, ritorna nella posizione iniziale PM. Contemporaneamente il punto M descrive un secondo arco della linea parallela che comincia in Q e termina in M, ed è chiaro che quest'arco, insieme coll'arco precedente, forma un ramo solo della linea parallela.

Lo spezzamento della linea parallela in due rami succede, quindi, solo quando, facendo percorrere a P tutto il ramo insieme col segmento di normale PM, questo non s'inverte, quando P ritorna nella sua posizione iniziale.

Usando allora del risultato ottenuto precedentemente, diremo:

*Si abbia un ramo illimitato di una curva piana algebrica, dotato di singolarità qualunque. Allora lo spezzamento delle linee parallele ad esso in due rami succederà solo quando è pari il numero delle tangenti al ramo in punti propri, le quali passano per un punto generico all'infinito.*

*Tenendo conto del numero dei contatti colla retta all'infinito, potremo dire che lo spezzamento delle linee parallele al ramo di curva fondamentale succede certo in questi due casi:*

*α) ramo di classe pari con un numero pari (zero incluso) di contatti colla retta all'infinito;*

*β) ramo di classe impari con un numero impari di contatti colla retta all'infinito.*

*Le linee parallele, invece, consteranno certo di un sol ramo in questi altri due casi:*

*γ) ramo di classe pari con un numero impari di contatti colla retta all'infinito;*

*δ) ramo di classe impari con un numero pari (zero incluso) di contatti colla retta all'infinito.*

Si possono trovare facilmente alcuni esempi.

Si consideri una linea retta. Si ha così un primo esempio di ramo di classe pari senza contatti colla retta all'infinito.

Le linee parallele si dovranno spezzare in due rami, ed è ben noto che ciascuna si spezza in una coppia di rette.

Si consideri una circonferenza. Si ha così un secondo esempio di ramo di classe pari senza contatti colla retta all'infinito.

Le linee parallele dovranno spezzarsi, e noi sappiamo benissimo che ciascuna di esse si spezza in una coppia di circonferenze.

Più in generale lo spezzamento delle linee parallele in due rami succede per le coniche a centro; ma se si considera invece la parabola, le linee ad essa parallele consteranno di un ramo solo. Si avrà allora, infatti, un ramo di classe pari con un numero impari (uno) di contatti colla retta all'infinito.

Veniamo a curve del terzo ordine con punto doppio. Se questo punto doppio è una cuspide, la curva ha un ramo solo di (ordine impari e) classe impari. Allora, se la curva non è tangente alla retta all'infinito, le linee parallele consteranno di un ramo solo, mentre se la cubica fosse tangente alla retta all'infinito, le parallele avrebbero due rami.

Se il punto doppio è, invece, un ordinario nodo, la cubica ha un ramo solo di (ordine impari e) classe pari. Allora le linee parallele consteranno di due rami, oppure di un ramo solo, secondo che la cubica non è o è tangente alla retta all'infinito.

3. Osserviamo ora che si possano trovare curve piane algebriche di ordine $n$ delle quali un ramo sia tagliato da certe rette del piano in $n$ punti, o anche solo in più di $\frac{n}{2}$ punti, se $n$ è pari, o in più di $\frac{n-1}{2}$ punti, se $n$ è impari.

Allora, se si considerano delle linee parallele a questo ramo e si prende la distanza di parallelismo sufficientemente piccola, si potrà fare in modo che queste linee parallele siano tagliate da queste medesime rette in $2n$ punti o, almeno, in più di $n$ punti, perchè è chiaro che su ciascuna di tali rette avremo, per ogni punto di sua intersezione colla curva fondamentale, due punti di intersezione colla curva parallela, situati da bande opposte di quello. Se succedesse allora che queste linee parallele fossero formate di un ramo solo, si potrebbe certamente affermare che o le curve parallele non si spezzano, o che, se si spezzano, certamente una delle parti è di ordine maggiore di $n$.

Ci serviremo di questa osservazione per discutere una congettura di Cayley precisamente sulle curve parallele ad una curva piana algebrica data.

Cayley afferma [1] che, quando è data una curva piana algebrica che veri-

[1] Cfr. Quarterly Journal of Pure and Applied Mathematics, vol. XI (1871). La Memoria di Cayley è intitolata: *On evolutes and parallel Curves*. Per la medesima Me-

fichi certe condizioni relativamente ai punti ciclici, le curve ad essa parallele si spezzano in due curve *tali che la curva data.*

Uno dei casi in cui, secondo Cayley, ha certo luogo questo spezzamento è il seguente.

Si consideri una curva piana algebrica avente nei punti ciclici del piano I, J singolarità qualunque, e indichiamo, se $n$ è la classe di questa curva, con $n - I$ e con $n - J$ il numero delle tangenti condotte da I e J rispettivamente alla curva, escludendo la retta IJ e le tangenti alla curva in I o in J. Sono queste quelle che Cayley chiama *tangenti focali* della curva.

Ebbene: egli osserva che quando $n - I = n - J = o$, la curva parallela alla curva data ha ordine, classe, numero delle cuspidi e numero dei flessi doppi di quelli della curva data; per cui dice: « ciò porta all'assunto che la curva parallela si spezza in due curve tali che la curva data ». Anzi, usando della sua denominazione di tangenti focali, enuncia il precedente risultato dicendo:

« La condizione affinchè la curva parallela ad una una curva data si spezzi, è che la curva data non abbia tangenti focali ».

Orbene, applicando i risultati che abbiamo ottenuti, possiamo citare qualche esempio che contraddice l'ipotesi del Cayely. Il primo esempio lo ricavo dalla cardioide.

Come è noto la cardioide è una quartica piana dotata di tre cuspidi, una al finito e due all'infinito, e precisamente nei punti ciclici. La classe di questa curva è 3 e, se si considerano le tangenti che ad essa si ponno ulteriormente condurre dai punti ciclici, si vede che essa si trova nelle condizioni dell'ultimo enunciato di Cayley.

Ora, se noi prendiamo i punti reali della cardioide, essi costituiscono un unico ramo di classe dispari senza contatti colla retta all'infinito; per cui (applicando il teorema da noi precedentemente stabilito) è certo che le linee parallele a questo ramo consteranno di un ramo solo. Ora io posso tracciare rette che taglino quel ramo di cardioide in quattro punti e quindi, se la distanza di parallelismo è sufficientemente piccola, il ramo della parallela in otto punti. Ma allora come potrebbe questo unico ramo far parte di una curva del quarto ordine?

La parallela, che è di ottavo ordine, non potrà spezzarsi.

Un secondo esempio.

Consideriamo l'ipocicloide a tre cuspidi. È una curva del quarto ordine, di classe tre che è bitangente alla retta all'infinito nei punti ciclici. Anche essa è nelle condizioni dell'ultimo enunciato di Cayley.

---

moria si può vedere il volume VIII delle Collected Mathematical Papers of A. Cayley, pagg. 42 e 43. Cfr. anche G. Loria, *Spezielle algebraische und transscendente ebene Kurven*, nel capitolo: « Die Parallelkurven », a pag. 644.

I punti reali costituiscono un ramo unico di classe dispari senza contatti colla retta all'infinito; per cui, quindi, le linee parallele constano di un solo ramo. Ma ci sono rette che tagliano quel ramo dell'ipocicloide in quattro punti; quindi il ramo parallelo in otto punti, sempre, ben inteso, per distanze di parallelismo sufficientemente piccole, onde, come nell'esempio precedente, noi concluderemo che la parallela all'ipocicloide è una curva di ottavo ordine che non si spezza.

Ed ora la conclusione che si può trarre dai ragionamenti precedenti mi pare debba essere la seguente:

Nelle condizioni contemplate da Cayley, in generale, la linea parallela ad una curva piana algebrica non si spezza e, se pure in certi casi dovesse spezzarsi, non è nemmen detto che si debba spezzare in due curve dello stesso ordine della curva data.

**Fisica.** — *Le emanazioni del radio aumentano la conduttività dell'acqua* (1). Nota del dott. Ugo Grassi, presentata dal Socio A. Roiti.

L'aumento di conducibilità che acquistano i liquidi sottoposti alle radiazioni più penetranti emesse dalle sostanze radioattive fu studiato dalla Curie (2) con l'elettrometro e da Rubens e Kohlrausch (3) con il metodo del ponte. Questi ultimi trovarono che un'acqua di conducibilità iniziale $1{,}1.10^{-6}\,\Omega^{-1}$ assume un potere conduttore crescente con il tempo in maniera più rapida quando è sottoposta alle radiazioni di quando non lo è; e precisamente l'aumento, non costante, è dell'ordine di grandezza di $0{,}025.10^{-6}$ in due giorni di esposizione alle radiazioni e di $0{,}0050.10^{-6}$ nel caso contrario. Questo interessante risultato si può spiegare ammettendo che i raggi emessi dal radio modifichino gli strati del liquido immediatamente colpiti e che poi, per movimenti convettivi facili ad immaginarsi, tale modificazione si diffonda nella massa del liquido stesso. Le emanazioni delle sostanze radioattive devono avere pure un notevole potere ionizzante, ed anche tenuto conto della loro minima solubilità nell'acqua, è presumibile che l'acqua cambi in qualche modo di conduttività facendovi gorgogliare un gas carico di tali emanazioni.

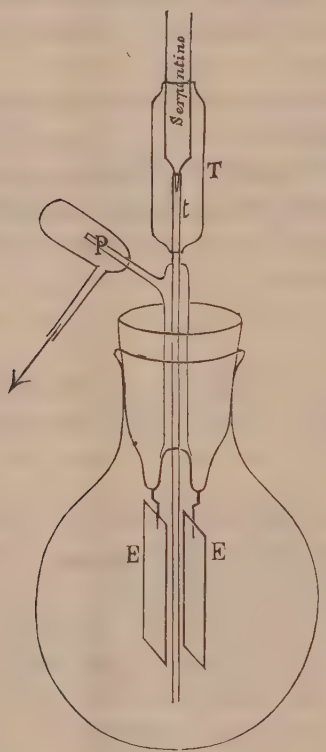
Feci a tal proposito alcune ricerche servendomi di un apparecchio in vetro di Jena della forma qui rappresentata (v. figura). L'apparecchio portava due elettrodi E di platino terso, ed era immerso in un bagno ad olio di vase-

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Fisica del R. Istituto di studî superiori di Firenze.

(2) Thèse, 1904.

(3) Verh. d. D. Phys. Ges. (5), n. 15, 1903.

lina puro, immerso a sua volta in una grande vasca d'acqua delle dimensioni 50 × 50 × 40 cm.; la stanza da lavoro era così ben riparata, che la temperatura oscillava raramente di più che un decimo di grado durante la giornata. La lettura della temperatura del bagno di olio di vaselina era fatta




con un termometro in decimi, sul quale si potevano leggere comodamente a mezzo di un cannocchiale anche i centesimi di grado; essa non oscillava mai di più che 0,02° in un intervallo di sei ore. Le misure di conducibilità furono eseguite con il metodo del ponte e del telefono; in un lato del ponte era situato l'apparecchio in vetro che serviva alle esperienze, in quello adiacente una resistenza metallica di 10000 Ohm; gli altri due lati erano costituiti da un reocordo di 20 Ohm, precedentemente calibrato, più 84 Ohm aggiunti ad esso; uno dei vertici del ponte era messo a terra, e la capacità elettrostatica del vaso elettrolitico veniva compensata con un condensatore di capacità variabile inserito parallelamente alla resistenza di 10000 Ohm. Con questo artifizio, cui si aggiunga la precauzione di tenere l'apparecchio induttore lontano dal resto del ponte di circa metri 1,5, l'aggiustamento del contatto scorrevole si poteva fare con un errore $\pm 1$ decimillesimo del reocordo stesso; nei dati di resistenza la quarta cifra era perciò certamente esatta.

L'acqua adoperata era ottenuta per doppia distillazione con aggiunta di traccie di acido solforico e permanganato potassico, il serpentino del distillatore era di stagno e veniva ad infilarsi nel tubo *t* dell'apparecchio elettrolitico; l'insieme veniva poi protetto ulteriormente da un manicotto T di vetro. Il tubo P, di efflusso, era pure protetto dall'aria nel modo indicato dalla figura. Del distillato si prendeva solo la porzione media e poichè si lasciava che per qualche tempo l'acqua che veniva dal serpentino circolasse nell'apparecchio, si raggiungeva un'energica lavatura dello stesso.

Le emanazioni venivano fatte gorgogliare attraverso all'acqua a mezzo di idrogeno, e siccome non era noto il comportamento dell' acqua sotto il gorgogliamento di questo gas, si presentava opportuno uno studio preliminare intorno ad esso. Era già noto che il gorgogliamento di aria pura aumenta la resistenza dell'acqua distillata (1), ma le osservazioni che ho avuto occasione di fare relativamente all'idrogeno, meritano di essere riferite. L'idrogeno era ottenuto dallo zinco ed acido solforico e veniva lavato attraverso $H_2SO_4$, $AgNO_3$, NaOH, NaOH. L'acqua appena distillata presentava una conducibilità di $3{,}410 \times 10^{-7}$ $Ohm^{-1}$ a 22°,55 e di $3{,}493 \times 10^{-7}$ $Ohm^{-1}$ a 22°,93. Il gorgogliamento dell'idrogeno produceva un notevole aumento della resistenza, tanto che dopo tre giorni circa di lento e regolare gorgogliamento l'acqua presentava una conducibilità due volte appena superiore a quella della migliore acqua ottenuta da Kohlrausch, ossia una conducibilità di $1{,}016.10^{-7}$ $Ohm^{-1}$ a 23°,09 (2); e continuando il gorgogliamento, si manteneva costantemente ad un tale valore. Appena si interrompe il gorgogliamento, la conducibilità aumenta con una certa rapidità, peraltro tornando poi a metterlo in azione si ritorna ai valori primitivi con grandissima rapidità; si aggiunga a ciò che anche lo scuotere l'apparecchio cagiona un aumento della resistenza del liquido; questo mi induce a credere che l'aumento di resistenza prodotto con il trattamento descritto non sia esclusivamente da imputarsi ad uno spostamento di tracce minime di anidride carbonica sciolta nell'acqua; non credo poi che con il gorgogliamento si fosse finora raggiunto il limite al quale io ho potuto arrivare.

Le emanazioni si ricavano da due milligrammi di bromuro di radio dato per puro dalla Chinin-Fabrik di Braunschweig. Essi erano posti in una piccola boccia di Woolf attraverso la quale passava l' idrogeno purificato come precedentemente; prima di mandare le emanazioni nel vaso elettrolitico, si aveva cura di lasciare che l'idrogeno circolasse per qualche tempo; poi si chiudeva il tubo di efflusso con un rubinetto smerigliato e si lasciava riposare l'apparecchio; in tal maniera l'idrogeno che riempiva la boccia di Woolf

(1) Kohlrausch, Wied. Ann. 44, 583 (1891); Pfeiffer, Wied. Ann. 37, 539 (1889).

(2) L'acqua ottenuta da Kohlrausch alla medesima temperatura possedeva la conducibilità di $0{,}492.10^{-7}$.

si caricava di emanazioni; per effetto del gorgogliamento delle emanazioni la conducibilità aumentava rapidamente, come risulta dal seguente prospetto:

Temperatura 22°,93 ± 0,01

| Tempo | $0^m$ | $30^m$ | $60^m$ | $65^m$ | $70^m$ | $75^m$ | $85^m$ | $95^m$ | $110^m$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Conduc. | 1,016 | 1,130 | 1,359 | 1,495 | 1,846 | 1,982 | 2,060 | 2,110 | $2,223 \times 10^{-7}$ $Ohm^{-1}$ |
| Tempo | $140^m$ | | $170^m$ | $235^m$ | | $365^m$ | $500^m$ | | $960^m$ |
| Conduc. | 2,287 | | 2,407 | 2,601 | | 2,765 | 2,775 | | $3,056 \times 10^{-7}$ $Ohm^{-1}$ |

L'aumento di conducibilità non è peraltro costante, esso sembra dipendere dal tempo per cui l'idrogeno destinato a caricarsi di emanazioni è rimasto a contatto con il radio; così, ad esempio, avendolo lasciato per circa due settimane partendo da un'acqua della conducibilità $3,010.10^{-7}$ ottenni un'acqua della conducibilità di $1,090.10^{-6}$ $Ohm^{-1}$. L'aumento cospicuo di conducibilità mi fece sulle prime sospettare che del bromo si liberasse per avventura dal bromuro di radio; imaginando però che il bromo entrasse in soluzione allo stato di acido bromidrico, si sarebbe dovuto avere uno sviluppo di almeno $0,8.10^{-4}$ gr. circa di bromo (1); quantità troppo notevole, data la esigua quantità del composto; ma ho eseguita una prova che mi sembra anche più decisiva, inquantochè ho lavato le emanazioni stesse attraverso nitrato di argento e soda concentrata ed ho ottenuto il seguente andamento (2):

| Tempo | 0 | $80^m$ | $140^m$ | $200^m$ | $230^m$ | $440^m$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Conduc. | 1,016 | 1,138 | 1,167 | 1,189 | 1,203 | $1,288 \times 10^{-7}$ $Ohm^{-1}$ |

È mio proposito di proseguire queste ricerche preliminari allo scopo di vedere se le emanazioni hanno pure influenza sulla conducibilità degli elettroliti sciolti nell'acqua. Si dovrà perciò scegliere qualche elettrolito assai debole (come l'anilina ed il fenolo); ho ancora intenzione di indagare il comportamento delle emanazioni verso solventi diversi dall' acqua, e con gas diversi dall'idrogeno, ed in particolare il loro comportamento verso l'acetone e l'acetilene che è in esso solubilissimo. Queste ulteriori ricerche potranno rivelare in modo deciso quale contributo portino al fenomeno osservato, i gas che sviluppano le sostanze radifere specialmente in presenza di umidità.

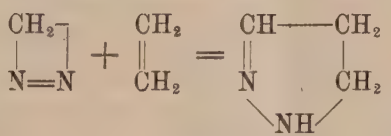
(1) L'apparecchio conteneva 300 $cm.^3$ circa di acqua e la conducibilità molecolare dell'acido bromidrico è di circa 386 $Ohm^{-1}$.

(2) Non è presumibile che le acque di lavaggio assorbiscano una quantità così cospicua di emanazioni quale risulterebbe dai numeri del prospetto confrontati con i precedenti; si deve peraltro notare che l'idrogeno riduce il nitrato d'argento, e l'argento metallico così generato può benissimo assorbire una parte notevole di emanazioni rimanendo a sua volta radioattivo.

**Chimica.** — *Azione del diazometano sull'etilene e sul diallile* (1). Nota di E. Azzarello, presentata dal Socio A. Borzì.

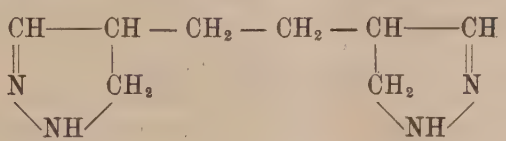
Fra le diverse sostanze che si son fatte sinora reagire col diazometano non figurano gl'idrocarburi a legame etilenico. H. von Pechmann nella sua seconda comunicazione sul diazometano (2) dice solo di sfuggita che questo ultimo non esercita sull'etilene alcuna notevole azione.

Avendo ripetuto l'esperienza in proporzioni relativamente grandi, ho potuto constatare che il diazometano, come era da prevedersi, reagisce coll'etilene come generalmente con tutti i composti contenenti atomi di carbonio uniti per più di una valenza, addizionandosi cioè e dando luogo nel caso attuale alla pirazolina



che si dimostra identica a quella ottenuta da Wirsing (3), come mi risulta dallo studio del cloridrato.

Anche col diallile, il diazometano fornisce una sostanza azotata per la quale si attenderebbe la seguente costituzione



ma data la sua massima decomponibilita, non mi fu possibile ottenere una quantità sufficiente di prodotto puro per eseguire anche una semplice analisi e tanto meno uno studio.

*Diazometano ed etilene.*

50 cc. di soluzione eterea di diazometano (da 6 cc. di nitrosometilcarbammatoetilico) furono posti in un grande tubo da saggio, della capacità

(1) Lavoro eseguito nel R. Istituto chimico di Palermo.

(2) Berichte *28*, 855.

(3) Jour. f. prak. Ch., *50*, 540.

di 100 cc. circa, ben raffreddato con sale e neve, e munito di refrigerante ascendente e di un tubo adduttore che arrivava sino al fondo. Così ho fatto lentamente passare attraverso al liquido etereo una corrente di etilene secco.

Dopo circa venti ore la colorazione gialla del diazoidrocarburo non era scomparsa, ciò non pertanto cessai di far passare etilene e saturai il liquido con acido cloridrico gassoso secco. Si decompose così l'eccesso del diazocomposto e si separò una sostanza bianca che raccolsi su filtro, lavai bene con etere anidro e seccai nel vuoto su acido solforico e calce. Il filtrato lasciò per svaporamento un po' di residuo giallognolo. La quantità di sostanza ottenuta per ognuna di queste preparazioni ammontò a gr. 0,4 circa. Essa è identica al cloridrato della pirazolina descritto da Wirsing (1): fonde a 128-129° decomponendosi a più elevata temperatura, è igroscopica, con cloruro platinico in soluzione alcoolica dà precipitato giallo e colora in giallo intenso la cellulosa (reazione caratteristica). All'analisi:

I. Gr. 0,0605 di sostanza diedero cc. 14,2 di azoto a 20° e 748 mm.

II. Gr. 0,0812 di sostanza diedero gr. 0,1110 di AgCl.

Su 100 parti:

| | Trovato | | Calcolato per $C_3H_6N_2 \cdot HCl$ |
|---|---|---|---|
| | I | II | |
| Azoto | 26,42 | — | 26,29 |
| Ac. cloridrico | — | 34,75 | 34,27 |

Il cloridrato fu aggiunto con soluzione concentrata di idrato potassico, estrassi quindi con etere e seccai la soluzione eterea, che divisi in due porzioni: la prima trattata con acido picrico mi fornì il picrato della pirazolina fusibile a 130°, la seconda evaporata all'aria lasciò un po' di residuo liquido di odore leggermente ammoniacale e che dà un precipitato bianco con nitrato di argento (pirazolina).

*Diazometano e diallile.*

A porzioni di soluzione eterea di diazometano, ottenuto da 11 cc. di nitrosometilcarbammatoetilico, aggiunsi gr. due di diallile (2). Dopo 24 ore il colore del diazoidrocarburo essendo scomparso, fu svaporato l'etere e si ottenne un residuo liquido poco scorrevole, che non solidificò nè per forte raffreddamento, nè per prolungato soggiorno su acido solforico nel vuoto. Lo sottomisi allora a distillazione a pressione ridotta riscaldandolo a bagnomaria con grande precauzione; ma ad un tratto il prodotto si decompose con produzione di densi fumi ed arrivai ad ottenere solo qualche goccia di olio che distillò fra 70-80° a 28 mm. di pressione. Esso ha odore spiacevole penetrante, ha reazione nettamente alcalina, contiene azoto e dà con acido cloroplatinico un precipitato giallo.

(1) Loc. cit.

(2) Ottenuto per distillazione secca del jodomercurallile secondo Linnemann (Ann. ch. ph. *140*, 180) e Sorokin (Jour. f. pr. Ch. *23*, 5).

Chimica. — *Azione dell'idrossilammina sull'etere diacetil-malonico* (1). Nota di F. Carlo Palazzo e E. Carapelle, presentata dal Socio A. Borzì.

L'etere diacetil-malonico fu ottenuto per azione del cloruro di acetile sul sale sodico dell'etere malonico (2); infatti, questa reazione si presta di preferenza alla preparazione del derivato diacetilico. Dopo rigoroso frazionamento a pressione ridotta, necessario per eliminare del tutto il derivato monoacetilico, il nostro prodotto bolliva a $172°_{28mm.}$ (3) e non si colorava col cloruro ferrico.

Anche per l'etere diacetil-malonico si trovò molto opportuno fare reagire l'idrossilammina libera in soluzione metilica, ed operare nel resto esattamente come nel caso dell'etere acetil-malonico (4).

A due molecole di idrossilammina in soluzione metilica (distillata a 100 mm.) veniva aggiunta una molecola di etere diacetil-malonico, e dopo un riposo di 24 ore il liquido si teneva a ricadere per qualche ora. Dopo di ciò si distillava la massima parte dell'alcool, e si estraeva il residuo con acqua calda a 70-80°. Il liquido acquoso, separato in imbuto a rubinetto da un olio giallo *non azotato*, insolubile (un miscuglio di eteri mono- e diacetil-malonico), veniva ridotto poi a piccolissimo volume, mantenendosi nel vuoto su acido solforico.

Le varie porzioni di sostanza separate dal liquido, dopo cristallizzazione dall'acqua, si mostrarono sotto ogni rapporto identiche al prodotto $C_7H_9O_4N + H_2O$ ricavato dall'azione dell'idrossilammina sull'etere acetil-malonico.

Gr. 1,1839 di sostanza cristallizzata dall'acqua, secca all'aria, mantenuti nel vuoto sopra acido solforico fino a costanza di peso, diminuirono di gr. 0,1130.

Su cento parti:

| | Trovato | Calcolato per $C_7H_9O_4N + H_2O$ |
|---|---|---|
| $H_2O$ | 9,54 | 9,52 |

Gr. 0,5015 di sostanza *con acqua di cristallizzazione*, secca all'aria, richiesero per la neutralizzazione gr. 0,23139 di idrato di bario in soluzione N/10 (27 cmc.) corrispondenti a gr. 0,0459 di — OH.

(1) Lavoro eseguito nel R. Istituto chimico di Palermo.

(2) Journ. f. prakt. Chemie, *37*, 475 (1888).

(3) Cfr. Brühl, Journal f. pr. Chemie. *50*, 136 (1894).

(4) Vedi la Nota precedente: *Azione dell' idrossilammina sull'etere mono-acetil-malonico.*

Su cento parti:

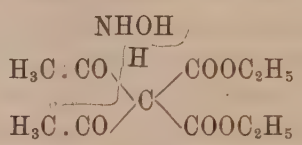
| | Trovato | Calcolato per $C_7H_8O_3N(OH)+H_2O$ |
|---|---|---|
| .OH | 9,13 | 8,99 |

Gr. 0,2183 di sostanza *anidra* richiesero per la neutralizzazione gr. 0,07214 di KOH (cmc. 12,2 di soluzione a 5,913 °/₀₀) corrispondenti a gr. 0,0219 di .OH.

Su 100 parti:

| | Trovato | Calcolato per $C_7H_8O_3N.(OH)$ |
|---|---|---|
| .OH | 10,03 | 9,94 |

Avuto riguardo al fatto osservato da Schott (1) che la fenilidrazina agisce sull'etere diacetilmalonico saponificando un gruppo acetilico sotto forma di *β*. acetil-fenilidrazide e rigenerando etere monoacetilico (da cui si forma poi il derivato pirazolonico), la formazione dall'etere diacetilmalonico, del composto $C_7H_9O_4N$, invece di uno a $C_9$, fa prevedere un' analoga eliminazione di uno degli acetili sotto forma di acido acetidrossammico:



La previsione è confermata dall'esperienza; infatti, nel liquido acquoso di estrazione, svaporato nel vuoto a piccolissimo volume e separato dai cristalli del composto isoxazolonico, è contenuto l'acido acetidrossamico. Questo, essendo deliquescente e contenendo piccole quantità di impurezze, non cristallizza, ma lo si può isolare, come tutti gli acidi idrossammici, precipitandolo con acetato di rame (2). Decomposto, nella maniera solita, il sale di rame così ottenuto, si ebbe uno sciroppo denso, colorato in giallo, che col soggiorno nel vuoto su acido solforico, si solidificò in una massa cristallina appena colorata. Estraendo questa con etere acetico — da cui l'acido acetidrossamico cristallizza assai bene — si ottennero dei cristalli laminari, trasparenti, affatto identici nella forma e nelle proprietà con l'acido acetidrossamico (3). Mantenuti nel vuoto su acido solforico essi divennero opachi e mostrarono il punto di fusione 88°, come l'acido aceto-idrossamico anidro.

(1) Berichte *29*, II, 1993 (1896).

(2) Tracce del prodotto $C_7H_9O_4N$, ancora contenute nel liquido, rimangono in soluzione, giacchè questa sostanza precipita con i sali di rame soltanto in soluzione neutra.

(3) Per il confronto, l'acido acetidrossamico venne cristallizzato pure dall' etere acetico.

In una precedente Nota (1) è stato supposto che il prodotto $C_7H_9O_4N$, risultante dall'azione dell'idrossilammina sugli eteri acetil-malonici, si formi dall'etere dimetilpirondicarbonico in virtù di idrolisi nelle quali intervengono soltanto gli elementi dell'idrossilammina. La supposizione è giustificata dal fatto che lo stesso prodotto $C_7H_9O_4N$ prende origine dall'etere di Conrad e Guthzeit (sempre assieme ad etere acetacetico) non soltanto in soluzione leggermente alcalina, ma anche in soluzione acetica, od in presenza di ammoniaca, la quale, come è noto, non produce idrolisi del nucleo pironico.

A due molecole di acetato d'idrossilammina, ottenuta nel consueto modo, da acetato d'argento e cloridrato di idrossilammina, venne aggiunta una molecola (gr. 2) di etere dimetil-piron-dicarbonico finamente polverizzato. Dopo alcune ore di agitazione la soluzione era perfetta. Una metà del liquido leggermente alcalinizzata con potassa, venne allora distillata; il distillato, che era evidentemente scevro di etere dimetil-piron-dicarbonico, venne reso leggermente alcalino con potassa e nuovamente distillato, nelle prime porzioni furono identificati l'acetone e l'alcool provenienti dalla scissione chetonica dell'etere acetacetico. L'altra metà del liquido di reazione venne ridotta a piccolo volume mantenendosi nel vuoto su acido solforico. Si separarono allora dei cristallini duri e lucenti del composto $C_7H_9O_4N + H_2O$.

In presenza di ammoniaca alcoolica, l'azione dell'idrossilammina sull'etere di Conrad e Guthzeit dà pure luogo al prodotto $C_7H_9O_4N$. Se si impiegano molecole uguali di etere e di cloridrato di idrossilammina e la loro soluzione, concentrata, in alcool assoluto si soprassatura con ammoniaca gassosa, dopo svaporamento si ottengono, in quantità presso a poco uguali, il sale ammonico del composto $C_7H_9O_4N$ e l'etere lutidon-dicarbonico, il quale ultimo proviene dall' azione dell' ammoniaca. L' isolamento del composto $C_7H_9O_4N$ dal prodotto grezzo della reazione non offre difficoltà: trattando quest'ultimo con una quantità non eccedente di acqua, l'etere lutidondicarbonico rimane indietro (2); dal filtrato, per aggiunta di acido cloridrico diluito, si precipita il composto $C_7H_9O_4N$ che dopo una semplice cristallizzazione dall'acqua è perfettamente puro.

Adoperando due molecole di cloridrato d'idrossilammina sopra una molecola di etere pironico, non si forma traccia dell'etere lutidon-dicarbonico, mentre si ottiene con buon rendimento il sale ammonico del prodotto $C_7H_9O_4N$.

(1) *Azione dell'idrossilammina sull'etere dimetil-piron-dicarbonico.* IV Nota, questi Rendiconti, 2° sem. 1905, fasc. 4°, pag. 244.

(2) Dopo una sola cristallizzazione dall'alcool, fonde con precisione a 220°.

**Fisiologia.** — *Esperienze fatte sull'uomo respirando contemporaneamente* $CO_2$ *e* $O_2$ *alla pressione barometrica di 122$^{mm}$ corrispondente all'altitudine di 14,582 metri.* Nota del dott. A. Aggazzotti (1) presentata dal Socio A. Mosso.

Nelle grandi ascensioni aereostatiche, ed in quelle sulle alte montagne i sintomi di malessere prodotti dalla rarefazione dell'aria sono press'a poco gli stessi che si hanno sotto alla campana pneumatica: perchè dipendono in entrambi i casi dall'anossiemia e dall'acapnia.

P. Bert (2), considerando l'asfissia come unica causa del malessere, consigliava di aumentare la tensione parziale dell'ossigeno quando diminuiva la pressione barometrica; nelle nostre esperienze sull'orang-utan questo mezzo si è mostrato insufficiente, e vedemmo che secondo la dottrina del Mosso (3) fu necessario aggiungere l'anidride carbonica all'aria respirata per combattere i fenomeni dell'acapnia.

Respirando una miscela di aria contenente il 67,51 % di ossigeno e l'11,60 % di anidride carbonica, una scimmia potè raggiungere, senza alcun disturbo, la pressione di 96 mm. equivalenti ad un'altezza sul livello del mare di 16,500 metri. Col solo ossigeno non si potè superare l'altezza di 14,331 metri.

Non superando gli aereonauti e tanto meno gli alpinisti un'altezza di 16,500 metri, sarà loro sufficiente una miscela che contenga il 70 % di $O_2$ e il 12 % di $CO_2$ per scongiurare ogni pericolo.

Ho voluto provare sopra me stesso, con una serie di esperienze, la dottrina dell'acapnia, sottoponendomi nella campana pneumatica alle più forti depressioni barometriche che siansi fino ad ora sopportate dall'uomo. Ricorderò che nel 1875, Croce-Spinelli e Sivel, morirono nella navicella di un pallone aereostatico dopo aver raggiunto l'altezza di 8,600 metri; che Süring e Berson nel 1901 perdettero entrambi la coscienza in un'ascensione aereostatica, nella quale erano abbondantemente provveduti di ossigeno, quando toccarono 10,800 metri. Il professore Mosso giunse senza inconvenienti nella campana pneumatica fino all'altezza di 11,650 metri. Servendomi dell'anidride carbonica e dell'ossigeno, giunsi nella medesima campana fino ad una depressione che corrisponde all'altezza di 14,589 metri.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di fisiologia della R. Università di Torino.

(2) P. Bert, *La Pression Barométrique*, Paris, 1878, pag. 746.

(3) Mosso, *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*, pag. 389, Treves, Milano, 1898; Mosso, *L'anidride carbonica come rimedio nel male di montagna.* R. Acc. dei Lincei, 1° sem. 1905, pag. 308.

Riferisco adesso le esperienze che feci sopra me stesso nella grande campana di ferro dell'Istituto fisiologico di Torino alta m. 1,85 e larga m. 0,80, nella quale io potevo stare comodamente in piedi o seduto. La campana aveva lateralmente una finestra, chiusa da un vetro molto spesso, che dava luce nell'interno.

La rarefazione dell'aria veniva fatta da due grosse pompe che funzionano per mezzo di un motore elettrico. L'apparecchio è descritto minutamente e rappresentato nella *Fisiologia dell'Uomo sulle Alpi* di Mosso a pag. 316.

Essendo le due pompe molto potenti, la rarefazione sotto alla campana sarebbe stata troppo rapida, se contemporaneamente non si fosse lasciato entrare una corrente d'aria attraverso una chiavetta: bastava regolare questa per far progredire la rarefazione a nostro piacimento. Un manometro a mercurio nell'interno della campana serviva per conoscere la pressione.

Nella prima esperienza la miscela d'aria che avevo preparato conteneva 67,67 % di ossigeno e 12,70 %, di $CO_2$, di essa ne tenevo 500 litri entro un gasometro ad acqua. Avrei potuto come feci nelle esperienze sull'orang-utan, mettere in comunicazione la campana pneumatica col gasometro e, mentre avveniva la rarefazione, lasciare rinnovare l'aria della campana con quella della miscela. La depressione nell'interno si sarebbe medesimamente prodotta, pur di lasciar entrare minor aria di quella che ne veniva aspirata dalle pompe. In questo modo, però, essendo grande la capacità della campana, sarebbe stato necessario un tempo molto lungo ed una quantità molto maggiore di 500 litri di aria artificiale per cambiare quella della campana, e per mantenere una buona ventilazione. Modificai perciò l'esperienza in modo da non respirare l'aria della campana, ma da poter respirare direttamente l'aria della miscela proveniente dal gasometro. A tale scopo, durante la rarefazione, lasciavo entrare attraverso un rubinetto applicato alla parete di ferro della campana, la miscela d'aria del gasometro e la raccoglievo nell'interno della campana entro un sacco di membrana animale della capacità di 50 litri circa. Pel disquilibrio di pressione fra l'interno della campana e l'interno, il sacco si riempiva rapidamente e sarebbe anche scoppiato se, quando era pieno, non si fosse chiuso il rubinetto. Durante la rarefazione io respiravo direttamente quest'aria raccolta nel sacco. A questo scopo mi applicavo sulla faccia una maschera di guttaperca, modellata espressamente e che aderiva in modo esatto alla pelle per mezzo di un bordo di mastice da vetrai: la maschera con un pezzo di tubo di gomma era messa in comunicazione con due valvole di Müller. Queste davano all'aria respirata una corrente costante ed essendo la valvola che si apriva nell'inspirazione in comunicazione col sacco, veniva introdotta nei polmoni la pura aria artificiale che vi era raccolta. L'aria espirata veniva emessa direttamente nella campana.

Con questo metodo non avevo più la preoccupazione che la ventilazione fosse sufficientemente attiva per mantenere pura l'aria nella campana. Per arrivare ai massimi gradi di rarefazione, potevo togliere anche completamente la ventilazione e lasciare che nella campana entrasse solo quel tanto di aria artificiale che respiravo.

Nella prima esperienza volli studiare oltre l'azione simultanea dell'$O_2$ e del $CO_2$ sul malessere, anche le modificazioni che avvenivano nella meccanica respiratoria alle diverse pressioni. Avevo perciò intercalato fra le valvole di Müller e il pallone di membrana animale, un contatore ad acqua che misurava la quantità di aria introdotta nei polmoni ad ogni inspirazione. La resistenza che si aveva respirando attraverso le valvole e il contatore era piccola, essendo quest'ultimo sensibilissimo: essa non superava due centimetri d'acqua. Il quadrante del contatore era rivolto verso la finestra della campana, in modo che dall' esterno un inserviente poteva vedere e leggere gli spostamenti della sfera ad ogni atto respiratorio; con un cronometro poi determinava quanti atti respiratorî faceva al minuto, contando gli spostamenti della sfera.

In questa esperienza non cominciai a respirar l'aria della miscela subito al principio della rarefazione, ma soltanto quando erano comparsi i primi sintomi di malessere, perchè volli vedere sull'uomo, come avevo già fatto sull'orang-utan, come agiva la miscela di $CO_2$ e $O_2$ sul malessere, quando questo si era già manifestato. Per non affaticarmi feci l'esperienza stando seduto; il contatore e le valvole di Müller li tenevo su un piccolo tavolino all'altezza del mio viso.

La quantità d'aria respirata in un minuto primo ed il numero degli atti respiratorî rappresentano i valori medii di parecchie determinazioni.

Alle ore 16 andai sotto alla campana e incominciai l'esperienza; prima però di fare la rarefazione determinai la quantità d'aria che respiravo al minuto e la frequenza del respiro alla pressione normale.

Ore 16. Pressione $740^{mm}$. Respiro l. 7,400 al m′; frequenza del respiro 13 al m′, per ogni atto respiratorio introduco nei polmoni cc. 569 di aria.

Ore 16 5′. Pressione 740. Incomincia la rarefazione, la temperatura sotto la campana è di 16° cent.

Ore 16 10′. Pressione 640. Respiro l. 6,911 al m′, frequenza 13 ½ al m, aria introdotta nei polmomi ogni atto respiratorio 531 cc.

Ore 16 20′. Pressione 540. Aria respirata al m′ l. 7,029, ogni atto respiratorio cc. 543, frequenza 13 al m′. Sto benissimo.

Ore 16 31′. Pressione 440. Aria respirata in un mimuto l. 8,391, ogni atto respiratorio cc. 599, frequenza 14 al minuto. Non provo alcun sintomo di malessere, non sento fatica nel respirare attraverso il contatore.

Ore 16 40′. Pressione 360. Quasi improvvisamente mi sento stanco e spossato, faccio fatica a sorvegliare l'esperienza, ho il capo pesante che mi

duole. Le mani sono fredde e coperte di sudore, mentre alla faccia provo un senso di grande calore.

Metto in comunicazione il contatore col sacco di membrana animale e comincio a respirare l'aria della miscela (essa contiene 67,07 di ossigeno e 12,70 % di $CO_2$).

Ne provo subito un grandissimo sollievo, un benessere generale, in pochi minuti ritorno nelle condizioni in cui ero al principio dell'esperienza, solo la respirazione è più attiva: al m′ respiro l. 12,968, ogni atto respiratorio 518 cc., la frequenza è di 25 atti al m′.

Ore 17. Pressione 340. Aria respirata al m′ l. 13,978, ogni atto respiratorio cc. 582, frequenza 24 al m′. Sto sempre bene.

Ore 17 10′. Pressione 260. Aria respirata al m′ l. 13,012, ogni atto respiratorio cc. 608, frequenza 23 al m′. Nessuna sensazione di malessere.

Ore 17 18′. Pressione 166. Respiro litri 11,655 al m′, ogni atto respiratorio cc. 529, frequenza 22 atti al m′. La forte rarefazione non mi dà nessun disturbo, la mente è lucida, scrivo su un pezzo di carta di aumentare liberamente la rarefazione perchè sto bene e lo faccio leggere all'inserviente attraverso il vetro della finestra.

Ore 17 22′. Pressione 140. In un minuto respiro litri 12,411, ogni atto respiratorio cc. 528, frequenza 23 ½ al m′. Vorrei ancora aumentare la rarefazione, ma l'inserviente mi fa segno che vi è poca aria ancora nel gasometro; per non rimanere senza, incomincio la ricompressione. Alla pressione di 140$^{mm}$ equivalenti ad un'altezza di 13,491 m. io non provavo nessun sintomo di malessese, potevo stare attento all'esperienza, le forze erano normali, non avevo palpitazione di cuore, solo le labbra tremavano ad ogni inspirazione. Sul principio della ricompressione respirai l'aria della miscela, poi aria atmosferica pura. Alle ore 17,40 la pressione era ritornata normale, ed escii dalla campana senza risentirmi menomamente della forte rarefazione raggiunta.

Respirando aria atmosferica normale ho provato i primi sintomi di malessere alla pressione di 360mm, quando la tensione parziale dell'ossigeno era scesa da 154,6mm. a 75,2mm di Hg. Per aver questa rarefazione bisogna sollevarsi nell'aria a 5,959 m. sul livello del mare. Respirando l'aria artificiale col 67,07 di $O_2$ e 12,70 di $CO_2$ il malessere scomparve completamente e potei arrivare e rimanere parecchi minuti alla pressione di 140 mm. corrispondente ad un'altezza di m. 13,491 m. senza risentirmene. La tensione parziale dell'ossigeno era di 93,89 mm di Hg., e quella dell'anidride carbonica 17,78 mm.

La quantità d'aria respirata in un minuto primo rimase press'a poco normale fino alla pressione di 490 mm., la frequenza del respiro non cambiò affatto. Solo oltre questa rarefazione la quantità d'aria respirata e la frequenza incominciarono ad aumentare, esse diventarono tanto più forti quanto

più noi ci avvicinavamo alla pressione alla quale si sono manifestati i sintomi di malessere.

Abbiamo veduto nelle esperienze sull'orang-utan che la reazione dei centri respiratorî segna l'inizio dell'anossiemia e dell'acapnia prodotte dalla rarefazione, e che questa reazione può in parte essere un compenso all'una e all'altra. Quando incominciai a sentirmi male la reazione dei centri respiratorî era divenuta molto forte; ma non ho potuto determinare la quantità d'aria respirata in un minuto e la frequenza, perchè preoccupato dallo stato di depressione e intontimento in cui mi trovavo e dal dolore al capo che andava rapidamente crescendo, incominciai a respirare subito l'aria della miscela, senza prima determinare di quanto era aumentata la ventilazione polmonare. Respirando l'aria della miscela, la profondità e la frequenza si mantennero superiori al normale; ciò dipende dalla forte tensione parziale del $CO_2$ nell'aria inspirata, che è di 45,72 mm. di Hg. Col diminuire della pressione noi vediamo infatti che il respiro diventa meno intenso.

§ 2.

Nella seconda esperienza che ora descriverò, respirando una miscela di anidride carbonica e ossigeno, ho raggiunto una rarefazione ancora più forte. In questa esperienza ho studiato se avvenivano modificazioni nella pressione sanguigna e nella frequenza del polso.

La tecnica che ho seguito è quella stessa dell'esperienza precedente; solo che non volendo misurare l'aria respirata, non adoperai il contatore e per mezzo delle valvole di Müller respiravo direttamente l'aria della miscela contenuta nel pallone di membrana animale: la resistenza così era minore.

Per valutare la pressione del sangue usai lo sfigmomanometro di Riva-Rocci: questo apparecchio era quello che meglio mi poteva servire, perchè occupava poco spazio e perchè con esso potevo da solo fare le determinazioni della pressione. Avevo applicato l'anello cavo di gomma sul terzo medio del braccio sinistro, e colla mano destra manovrando l'insufflatore a doppia palla aumentavo la pressione nel bracciale fino che la colonna di mercurio mi segnasse un valore superiore alla pressione sanguigna; poi colla stessa mano, mentre la pressione lentamente diminuiva, determinavo il momento in cui ricompariva il polso radiale sinistro. Il braccio che portava l'anello di gomma era tenuto semi-flesso ed appoggiato su un piccolo tavolo, i muscoli erano completamente rilasciati.

Avevo preparato nel gasometro 500 litri di aria che contenevano 67,86 % di ossigeno e 13,39 % di anidride carbonica. Non incominciai subito a respirare quest'aria al principio dell'esperienza, perchè la tensione parziale del $CO_2$ sarebbe stata troppo forte; solo alla pressione di 442 mm. misi in comunicazione le valvole di Müller col sacco di membrana animale e incominciai a respirare l'aria della miscela.

Ore 15 55.′ Vado sotto alla campana pneumatica, la pressione normale è 742 mm. la temperatura 18,5°. Prima di incominciare la rarefazione, determino la pressione sanguigna e trovo 148 mm. 155 mm. 147 mm. Il polso è 88 il respiro 15 al m′.

Ore 16. Incomincio la rarefazione.

Ore 16 6′. Pressione 642$^{mm}$. Aumento la ventilazione in modo che la pressione rimanga costante, poi faccio una nuova determinazione della pressione sanguigna: trovo 158, 158, 153, 154 mm. Il polso è 90 e il respiro 16.

Ore 16 15′. Pressione 542. La pressione sanguigna è 155, 154, 155 mm. Il polso 92, la frequenza del respiro 16 al m′.

Ore 16 22′. Pressione 442. Lo sfigmomanometro mi dà i seguenti valori: 154, 153, 156, 154 mm. Il polso è ancora 92, la frequenza del respiro 17.

Non provo nessun sintomo di malessere.

A questa pressione incomincio a respirare l'aria della miscela, la tensione parziale del $CO_2$ è ancora molto alta, 59,18 mm., e la respirazione diventa molto profonda e frequente. Sento il sapore acre dell'acido.

Faccio una nuova determinazione della pressione del sangue e trovo 168, 168, 175; il polso è sempre 92, il respiro è 23 al minuto.

Ore 16 41′. Pressione 342. Non sento più il sapore acre del $CO_2$, non provo alcun sintomo di malessere, la respirazione è sempre molto profonda. La pressione del sangue è 164, 168, 167 mm.; il polso 100, la frequenza del respiro 22 al minuto.

Ore 16 54′. Pressione 242. La respirazione è meno profonda; la pressione del sangue 163, 158, 158 mm.; il polso 104, la frequenza del respiro 22 al minuto.

Ore 17 8′. Pressione 162. La rarefazione si compie ora molto lentamente, la temperatura è 20,4°; non ho alcun malessere, essendo diminuita la tensione parziale di $CO_2$ e non essendo più tanto forte lo stimolo a respirare, mi sento meglio di quanto ho incominciato a respirare la miscela. La pressione del sangue è 158, 150, 156 mm., il polso 110, la frequenza del respiro 20 al minuto.

Ore 17 14′. Pressione 142. Non mi risento affatto della diminuita pressione; la pressione del sangue è 156, 164, 165 mm., il polso 106, la frequenza del respiro 18 al minuto.

Ore 17 18′. Pressione 122. L'inserviente mi fa leggere un biglietto dove ha scritto che nel gasometro v'è ancora poca aria e che bisogna fare l'ultima determinazione della pressione. La pressione del sangue è 160, 154, il polso 116: la frequenza del respiro 17.

Avrei potuto resistere ad una rarefazione più forte perchè io stavo ancora benissimo, la mente lucida, la vista normale, i movimenti sicuri, non avevo tremiti alle labbra come l'esperienza precedente, non provavo alcuna sensazione di calore al viso.

La temperatura era arrivata a 21°.

Alle ore 17,25 apro un rubinetto e lascio entrare aria sotto alla campana, la pressione aumenta gradatamente. Continuo a respirare l'aria della miscela fino alla pressione di 342 mm.; poi, levatomi la maschera, respiro l'aria della campana. Mentre la pressione aumenta, il capo incomincia a dolermi. In 22 minuti la pressione ritorna normale, prima di uscire dalla campana misuro la pressione del sangue ed ho questi valori: 140, 143, 142, 143 mm., il polso è 82, la frequenza del respiro 16 al minuto.

La rarefazione raggiunta in questa esperienza corrisponde ad un'altezza di 14,589 m., rarefazione non ancora raggiunta da alcuno. Essa si è mostrata perfettamente innocua, giacchè una mezz'ora dopo che ero uscito dalla campana era svanito anche il male al capo che mi era venuto durante la ricompressione; alla sera mangiai col solito appetito.

Dalle determinazioni fatte collo sfigmomanometro risulta che la pressione sanguigna rimase press'a poco normale durante tutta l'esperienza, essa ha gli stessi valori quando la pressione è 742 mm. e quando è 122 mm. Un leggero aumento della pressione si è osservato quando incominciai a respirare l'aria della miscela, ma i valori gradatamente ritornarono normali. Ciò concorda coi risultati ottenuti dalla maggior parte di ricercatori che ammettono che la pressione del sangue, sotto l'azione della diminuita pressione barometrica, non subisce cambiamenti se essa non arriva ai limiti incompatibili colla vita.

Una leggera diminuzione della pressione sanguigna si sarebbe osservata non appena la pressione era ritornata normale, ma la differenza fu di pochi millimetri. La frequenza del polso andò gradatamente crescendo col progredire della rarefazione, fino ad arrivare ad un massimo di 116 pulsazioni al minuto. La frequenza del respiro al minuto, che era salita da 17 a 23 quando incominciai a respirare l'aria della miscela, diminuisce a mano a mano che la tensione parziale del $CO_2$ diventa più piccola.

Dopo i risultati delle numerose esperienze sull'orang-utan e di queste sull'uomo, non può rimanere alcun dubbio che gli accidenti della decompressione barometrica si possono evitare respirando una miscela di anidride carbonica e di ossigeno. La diminuzione della pressione barometrica non esercita un'azione meccanica sensibile sulle funzioni dell'organismo umano; l'effetto nocivo dell'aria rarefatta dipende esclusivamente dall'acapnia e dall'anossiemia. La miscela di $O_2$ e $CO_3$ respirata durante la rarefazione, impedisce appunto la diminuzione della tensione parziale dell'ossigeno oltre un certo limite, ed impedisce all'organismo di impoverirsi in anidride carbonica.

Si capisce facilmente come l'ossigeno impiegato possa agire in questo senso; più complesso è il meccanismo di azione dell'anidride carbonica. Poichè una miscela di $O_2$ e $CO_2$ ha un'azione curativa e preventiva sui sintomi del malessere prodotto dalla rarefazione dell'aria, dobbiamo ammettere che il $CO_2$ inspirato possa togliere lo stato di acapnia ed impedire che esso si manifesti.

L'azione eccitante dell'anidride carbonica sul sistema nervoso venne provata dal prof. Mosso mettendo in evidenza l'azione deprimente che si manifesta quando si fa diminuire la quantità dell'anidride carbonica nel sangue per mezzo dell'acapnia. Queste esperienze vennero confermate dalla scoperta che fece il Bohr, riguardo all' influenza che la tensione dell'anidride carbonica nel sangue esercita sulla combinazione dell'ossigeno colla emoglobina (1).

Dalle osservazioni sovraesposte risulta che quando per azione dell'aria rarefatta mi sentivo stanco, spossato ed intontito, scompariva ogni malessere appena cominciavo a respirare aria ricca di ossigeno e di anidride carbonica. L' impressione che si prova è quella di un eccitamento benefico del sistema nervoso, effetto il quale non si ottiene respirando semplicemente l'aria sovraossigenata. Onde conchiudo *che la presenza di una certa quantità di anidride carbonica nell'aria che si respira, è necessaria per impedire i sintomi di malessere durante la diminuzione fortissima della pressione atmosferica.*

*Il consiglio dato dal Mosso agli aereonauti di aggiungere anidride carbonica all'ossigeno compresso è pienamente giustificato. Basta il 13 °/₀ di anidride carbonica col 67 °/₀ di* $O_2$ *perchè l'uomo possa arrivare ad un'altezza di 14,500 m. senza il minimo disturbo.*

(1) Bohr, Centralblatt für Physiologie.

V. C.